LA RADIOAFICION

NUEVAS
TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA




NUEVAS
TECNOLOGIAS
BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

LA RADIOAFICION



Esta obra es una nueva edición actualizada y ampliada de la obra originalmente publicada por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, con el título de «Aplicaciones de la Electrónica»

El contenido de la presente obra ha sido realizado por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, bajo la dirección técnica de José Mompin Poblet, director de la revista «Mundo Electrónico»

© Ediciones Orbis, S.A., 1986
Apartado de Correos 35432, Barcelona

ISBN 84-7634-485-6 (Obra completa)
ISBN 84-7634-871-1 (Vol. 58)
D. L.: B. 41867-1986

Impreso y encuadernado por
printer industria gráfica, sa c.n. II, cuatro caminos, s/n
08620 sant vicenç dels horts barcelona 1986

Printed in Spain

Radioafición

GENERALIDADES

La radioafición constituye un mundo fascinante en constante evolución. El impacto tecnológico de las últimas décadas ha incidido en él de una foma particularísima. Si bien el concepto de radioaficionado es básicamente el mismo, es decir, siguen efectuándose comunicaciones por medio de las ondas hertzianas, muchas otras circunstancias han variado. Los receptores y emisores han pasado a formar unidades denominadas transceptores, y su tamaño, gracias a la integración, se ha reducido considerablemente. El radioaficionado ha introducido la comunicación por imagen y, con la aparición del computador personal, la información codificada.



Receptor de cobertura general con altas prestaciones, modelo R-2000 de Kenwood. Este modelo es de cuádruple conversión de frecuencia. (Cortesía: DSE-Barcelona).

Se han conquistado frecuencias mucho más altas que la onda corta, llegándose a transmitir en microondas. Se utilizan satélites artificiales e incluso la Luna como repetidor

pasivo para enlazar dos radioaficionados distantes hasta 17.000 kilómetros.

Gracias a disponer de más tiempo libre muchas personas han buscado un pasatiempo o distracción en la radioafición, ya que es practicable desde el mismo hogar e incluso desde el automóvil, embarcación, y compatible y útil en excursiones, alpinismo, etc.

El motivo de hacerse radioaficionado es muy variado. A unos les apasiona el hecho mismo de la comunicación a distancia sin hilos, encuentran en él un cierto encanto y misterio. Otros alegan que les agrada relacionarse con la mayor cantidad de gente posible y tener amigos en los cinco continentes, también se pretexta el practicar idiomas, el hacer comunicados con países alejados y desconocidos, a algunos les agrada experimentar técnicas constructivas, ya que se montan sus propias antenas, partes de la estación o incluso el transceptor entero.



Yaesu FT 101 ZD, un transceptor que incluye pasos finales a válvulas. (Cortesía: Astec y Radio Watt.)

Los radioaficionados pertenecen a todo estamento social y cultural. Muchos proceden de la banda ciudadana, cuyas limitaciones de potencia y alcance no satisfacen sus aspiraciones de comunicación. Otros provienen de la escucha de la onda corta o afición denominada *diexismo*, que consiste en escuchar estaciones de radiodifusión de todo el mundo. Algunos se hacen radioaficionados tan pronto tienen edad para presentarse a exámenes de obten-

ción de licencia, edad que en España es de 15 años. Otros se examinan a los 65 años, con motivo de su retiro laboral y para ocupar el tiempo en algo interesante.



Figura 3. Estación moderna de radioaficionado. El operador EA3CWX efectúa un comunicado a larga distancia.

En la figura 3 se aprecia el «cuarto de radio». El operador EA3CWX efectúa un comunicado en banda lateral a larga distancia. Todos los equipos tienen fácil acceso. En el televisor se pueden recibir imágenes de otros radioaficionados o mensajes impresos en radioteletipo.

HISTORIA DE LA RADIOAFICION

Sólo se puede comprender lo que es la radioafición en la actualidad, estudiando como nació y evolucionó a lo largo de casi un siglo.

James Clerk Maxwell en 1864 presentaba su teoría de «Electricidad y Magnetismo» a la Real Sociedad de Londres. Esta teoría, obtenida por cálculo matemático puro, predecía la posibilidad de crear ondas electromagnéticas y su propagación en el espacio.

El alemán Heinrich Hertz realizó la primera transmisión sin hilos, en 1887, de lo que a partir de entonces se denominarían en su honor ondas hertzianas.

Estas primeras transmisiones estaban constituidas por simples impulsos, obtenidos mediante poderosas descargas eléctricas de corriente almacenada en condensadores o botellas de Leyden. Una espira de alambre conductor, situada a pocos metros de la descarga, producía una descarga menor entre sus extremos abiertos. Este fenómeno empezó a mostrar la resonancia eléctrica, que fue estudiada por MARCONI, el cual en Bolonia (Italia) en 1896 y con sólo 20 años de edad conseguía sus primeros comunicados prácticos. En 1897 consigue un alcance de 15 kilómetros y en 1898 su transmisión cruza el canal de la Mancha con 130 kilómetros.

La longitud de onda utilizada estaba situada por encima de 200 metros, lo que obligaba a utilizar antenas de colosales dimensiones. El receptor basaba su funcionamiento en el denominado cohesor. Brandley y Lodge fueron dos de sus principales perfeccionadores. En esencia, el cohesor estaba constituido por un tubo de vidrio, lleno de limaduras de hierro, el cual en presencia de una señal de alta frecuencia, procedente de la antena, se volvía conductor y permitía el paso de una corriente que accionaba un timbre. Cuando desaparecía la corriente el cohesor seguía conduciendo, por lo que debía dársele un golpe para que se desactivara. Estos detalles dan una idea de las dificultades con que se encontraban los investigadores de aquel entonces.

El sistema de descargas eléctricas sólo permitió la transmisión del código morse, pero resultó muy útil para enlaces entre barcos y tierra y enlaces intercontinentales.

Las enormes tensiones eléctricas que originaba el arco transmisor de la señal no estaban al alcance de los primeros experimentadores o radioaficionados, que debían conformarse con cubrir pequeñísimas distancias mediante sus descargas producidas por carretes de Rumkorf, máquinas electrostáticas de Wimshurts o Ramsden.

La primera guerra mundial puede considerarse el punto de partida de los radioaficionados. La puesta a punto de los diodos y triodos de vacío o válvulas termoiónicas dio el paso definitivo.

Con tensiones de sólo unas centenas de voltios era

posible obtener una señal de transmisión continua o sostenida, lo que anuló rápidamente los transmisores de chispa. Pero es más, la señal continua fue fácilmente modulada por micrófonos de carbón, del tipo que aún se utiliza comúnmente en los teléfonos hoy día, y permitió la transmisión de voz. En 1913 se constituyó la Radio Society of Great Bretain (RSGB) y en 1914 la American Radio Relay League (ARRL), sociedades que agrupaban a los experimentadores de cada país. Se hizo preciso crear una reglamentación, establecer códigos, abreviaturas y normas prácticas de utilización.



Receptor de cobertura general de 0,1 a 30 MHz. Corresponde al modelo R-600 de Kenwood. (Cortesía: DSE).

En cada país los aficionados se agrupaban e intercambiaban experiencias. Se pudo constatar que el alcance aumentaba al bajar de longitud de onda. De la onda larga de 1.000 metros utilizada en los transmisores de chispa (spark) se pasó a los 200, luego a los 100, y cada vez los alcances iban mejorando. Para bajar la longitud de onda o lo que es lo mismo, para subir en frecuencia, las capacidades internas de las válvulas debían disminuir a la vez que mejorar los circuitos osciladores y amplificadores. Es aquí donde se

funden los investigadores y los radioaficionados. Puede decirse que no había más diferencia entre ambos que el grado de dedicación. Además la mayoría de investigadores eran radioaficionados.

En España existían dos asociaciones, la EAR y la RED ESPAÑOLA, que se unieron en 1933 para formar la UNION DE RADIOAFICIONADOS ESPAÑOLES (URE).



Transceptor móvil de 2 m en la banda de 144 MHz en FM, modelo TM 2550 de Kenwood. (Cortesía: DSE).

Las ondas de radio se empezaron a utilizar para estaciones de «broadcasting» o radiodifusión, ayuda a la navegación marítima, tráfico de mensajes, telegramas, etc., por lo que se creó la UNION INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES (UIT) con sede en Ginebra, participan en ella más de 140 países, dispone de un registro internacional de frecuencias al objeto de adjudicar y repartir las mismas, y es un órgano consultivo para asuntos sobre Radiocomunicaciones, Telefonía y Telegrafía.

Al objeto de coordinar los intereses de las diversas asociaciones de radioaficionados a nivel mundial, se creó en 1925 la International Amateur Radio Union (IARU), con sede también en Ginebra.

En el desarrollo tecnológico y en la organización básica de los radioaficionados tuvieron parte activa los que entonces fueron verdaderos pioneros, teniendo que luchar con falta

de materiales, muy pobres conocimientos e ímprobas horas de labor para conseguir resultados muy mediocres sin desanimarse. En 1911, por ejemplo, el doctor Cirera, desde el barrio de Sarriá de Barcelona, comunicó con don Javier Canals en la calle Caspe de la misma ciudad, logrando un alcance de 5 kilómetros. La construcción del equipo y la antena, tenían entonces un carácter especial vinculado a la misma esencia del radioaficionado.

Gracias a la fabricación seriada de las grandes cadenas americanas, y sobre todo japonesas, es fácil adquirir hoy día equipos muy elaborados y el radioaficionado puede perder de vista las técnicas constructivas y experimentales que permitieron antaño darle su razón de ser.



Figura 6. Un pequeño rincón en el hogar es suficiente para ubicar la estación. El aficionado EA3BBY opera un transceptor compacto.

La primera modalidad de emisión de la palabra fue la amplitud modulada, y hasta 1965 no empezó a sustituirse por la banda lateral única, que permitía mejores alcances y menos espacio ocupado en las bandas. Se utiliza la onda corta hasta los 10 metros, logrando en 1950 utilizar los 2 metros para comunicaciones locales. En esta frecuencia se utiliza la amplitud modulada, pero es sustituida por la frecuencia modulada por su mejor calidad y por disponer de espacio suficiente. El uso de repetidores instalados en

montes altos amplía la cobertura de los equipos de 2 metros. Se logran con pequeños «walkie-talkies» coberturas de 300 kilómetros. Las válvulas evolucionan y reducen su tamaño. En 1960 se dispone de «nuvistores», válvulas cuya altura no supera los 13 mm, que compiten con los incipientes transistores que sólo oscilan y amplifican a frecuencias bajas. Con la aparición del transistor de silicio y el circuito impreso las técnicas constructivas dan un salto de gigante. Muchos radioaficionados no pueden construirse sus equipos, pero se especializan en nuevas modalidades que van apareciendo: es posible ya la emisión de la imagen del radioaficionado a grandes distancias, de mensajes escritos, de comunicación por satélite. A lo largo de la historia de la radioafición aparecen miles de casos de colaboración altruista de los radioaficionados en comunicados de emergencia en desastres como naufragios, terremotos, incendios, búsqueda de medicamentos, etc.



Figura 7. Las estaciones de VHF resultan muy útiles en los viajes por carretera.

En la actualidad muchos radioaficionados prestan sus servicios en asociaciones de ayuda, como en España lo es Protección Civil, por citar un ejemplo.

El crecimiento del número de radioaficionados ha sido espectacular, así en España en 1970 apenas se superaban las 1.000 licencias, se ha pasado en 1983 a casi 20.000 licencias, mientras que en todo el mundo la cifra supera el millón, la mitad de los cuales residen en Estados Unidos.



Este transceptor todo-modo puede trabajar con señales en la banda de 2 m y 70 cm. (Cortesía: DSE).

Los modernos equipos ocupan poco espacio, en la figura 6 puede verse un radioaficionado que dispone de una estación completa sobre una simple mesa, el aspecto de la estación es engañoso, pues su operador, EA3BBY, ha efectuado miles de comunicados con todos los países del mundo, incluidos Japón y Australia.

También el automóvil, que durante muchas horas es el hogar obligado de tantos, puede ser adecuado para efectuar transmisiones. En la figura 7 EA3BGF efectúa una demostración en 2 metros. En la figura 9 se aprecia el montaje de un transceptor de VHF (2 metros) modelo PIEZO 2000 en el interior de un automóvil. La utilización de estos equipos es particularmente útil para la solicitud de auxilio en caso de accidentes de carretera, aviso a bomberos en caso de incendios forestales, etc.



Figura 9. Ubicación de un transceptor de VHF de radioaficionado en el salpicadero de un moderno automóvil.

EMISION EN TELEGRAFIA

Este era el único modo de comunicarse los radioaficionados en el inicio de esta afición. La telegrafía consiste en enviarse impulsos, cortos o largos, denominados puntos o rayas, que obedecen al código morse (tabla 1). En la telegrafía por cable estos impulsos son de corriente conti-

nua, mientras que en la telegrafía sin hilos, los impulsos son simples señales de radiofrecuencia u ondas hertzianas.

Aunque fue el primer sistema de transmisión a distancia, se ha comprobado que es el que cubre mayor distancia y es menos interferido. La razón de ello estriba en el poco ancho de banda ocupado y en que la información es muy simple: o no hay señal, o hay una señal corta que es un punto, o hay una señal larga que es una raya. Las señales telegráficas pueden descifrarse, con un poco de práctica, aunque existan fuertes ruidos y señales interferentes. Además admite la adición en el receptor de un filtro de cuarzo muy estrecho, con el consiguiente rechazo de señales próximas no deseadas, y además la incorporación de filtros activos de audios. Estos filtros mejoran la selectividad del receptor, cualidad que consiste en separar y sintonizar una sola señal entre varias muy próximas en frecuencia.

A.-	N-.	1.----	Punto .-.-.-
B-...	O---	2..---	Coma --..--
C-.-.	P.--.	3...--	Interrogación ..--..
D-..	Q--.-	4....-	Error ....
E.	R.-.	5.....	Doble guión -...-
F..-.	S...	6-....	
C--.	T-	7--...	
H....	U..-	8---..	
I..	V...-	9----.	
J.---	W.--	O-----	
K-.-.	X-..-		
L.-..	Y-.--		
M--	Z--..		

Tabla 1. Código Morse.

Aun siendo la modalidad de transmisión más antigua, sigue siendo la más apreciada por su fiabilidad, especialmente en condiciones desfavorables. La mayoría de países no conceden licencia de radioaficionados a quienes no pasan un examen de telegrafía, aún sencillo; en España desde hace algunos años, este examen es voluntario, esto no coincide con las orientaciones de la IARU y es posible que llegue a ser obligatorio.

Debido a que en telegrafía es necesario deletrear todas las letras, se alcanza mayor rapidez, utilizando abreviaturas, la mayor parte provienen de palabras inglesas, y las más

abt	alrededor de	info	información
ads, adr	dirección	k	adelante, fin de transmisión
af	Africa	kn	adelante solo estación llamada
agn	otra vez	mge	manager
am	modulación de amplitud	n	no
ant	antena	nil	nada
ar	fin de mensaje	nr	cerca
as m	espere un minuto	nr	número
bc	estación comercial	om	viejo, compañero
bd	buenos días	op	operador
bk	interrúmpame	pa	amplificador de potencia
cq	llamada general	prtbl	portable
cfm	confirmación	pse, pls	por favor
ck	compruebe	pwr	potencia
cndx	condiciones	rcd	recibido
cs	indicativo	rx	receptor
cuang	espero volver a verle	rpt	repita
de	de	sae	sobre autodirigido
dr	apreciado	sb, ssb	banda lateral única
el	elemento de antena directiva	sked	cita
es	y (conjunción)	sri	lo siento
eu	Europa	sx	dólar
fb	¡muy bien!	temp	temperatura
fer	por	tnx, tks	gracias
freq	frecuencia	tu	gracias (en concursos)
ga	buenas tardes	trx	transceptor
gd	buenos días	tx	transmisor
gl	buena suerte	ur	su-suyo
gnd	tierra eléctrica	ut	tiempo universal GMT
gp	antena de plano de tierra	va	fin de comunicado
grs	gracias	vert	vertical
hrd	escuchado	vfb	muy bien
hi	ja ja ja (risa en CW)	xyl	esposa
hpe	deseo, espero		

Tabla 2. Abreviaturas más utilizadas en Morse.

usuales se indican en la tabla 2. Se aporta así mayor agilidad en los comunicados, pero la mayor velocidad se obtiene cuando además se utiliza el llamado código Q, en el que grupos de 3 letras significan frases completas. En la tabla 3 se indican las frases más usuales.

El manipulador simple o vertical sigue utilizándose en la actualidad, pero se alcanza mayor velocidad con los manipuladores horizontales o «maniplex», que generan puntos y rayas automáticamente según se mueva la palanca del manipulador a derecha o izquierda.

Los maniplex necesitan un circuito electrónico, que a veces se comercializa con capacidad para grabar pequeños mensajes como el indicativo de llamada, ubicación, despedida, etc.

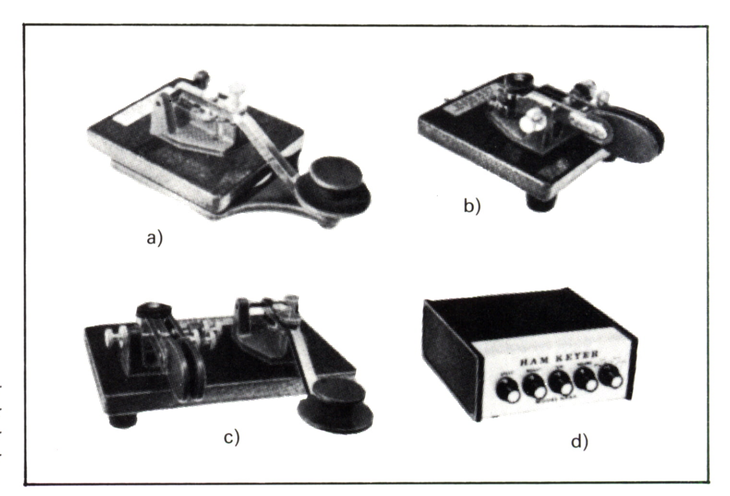
Una de las mayores ventajas de la telegrafía es su universalidad, ya que conociendo el alfabeto Morse, las abreviaturas y el código Q, pueden establecerse comunicados sencillos con radioaficionados de cualquier país, no importa la diferencia de idiomas.

QRG	Su frecuencia exacta es
QRJ	Su señal es demasiado débil
QRK	La inteligibilidad de sus señales es: 1 mala, 2 pobre, 3 regular, 4 buena, 5 excelente
QRL	Está la frecuencia libre
QRM	Está interferido
QRN	Me molestan los ruidos atmosféricos
QRO	Aumente la potencia
QRP	Disminuya la potencia
QRQ	Transmita más rápido
QRS	Transmita más despacio
QRT	Dejo de transmitir
QRU	No tengo nada para Vd
QRX	Le llamaré en breve
QRZ	Está llamando la estación.....
QSA	La intensidad de sus señales es... (Según indicación del medidor S de intensidad de recepción)
QSB	Sus señales tienen desvanecimiento
QSD	Su manipulación es defectuosa
QSK	Puedo escucharle entre puntos de mi emisión
QSL	Acuso recibo. Tarjeta de confirmación
QSO	Comunicado
QSY	Cambie de frecuencia
QTC	Hay un mensaje (usualmente urgente)
QTH	Mi ubicación es...
QTR	La hora es....
QRP	Potencia de 1 vatio
QRV	Estoy preparado. Estoy a su disposición

En CW, con el signo ? resulta una pregunta. Así QRZ? significaría ¿Quién me llama?

Tabla 3. Principales abreviaturas del código Q.

Gracias a los microprocesadores ha sido posible codificar y decodificar la telegrafía, de forma que en lugar de un manipulador es posible utilizar un teclado y efectuar la lectura sobre pantalla de video o televisión. Usualmente, los equipos decodificadores y codificadores de telegrafía lo son también de radioteletipo, por lo que nos referiremos a ellos en las próximas páginas.



Manipuladores:
a) Vertical;
b) Maniplex;
c) Combinado;
d) Electrónico.

EMISION EN FONIA

Mientras que en la telegrafía bastaba un simple manipulador para que las señales de emisión respondieran a una codificación, consistente en la mayor o menor duración de los impulsos de emisión, en fonía la señal de emisión debe contener de alguna forma la información de la voz humana. Este proceso de modificación de la señal de salida se llama modulación, y el radioaficionado utiliza tres sistemas básicos de modulación: amplitud modulada, banda lateral única y frecuencia modulada.

En la amplitud modulada la potencia de emisión varía al ritmo de la voz, esto se hace de una forma muy simple: la etapa amplificadora de potencia de emisión que entrega radiofrecuencia a la antena es alimentada por una tensión de corriente continua a la que se superpone una tensión de baja frecuencia amplificada a través del amplificador de micrófono. La señal resultante en antena es la suma y resta de la señal de radiofrecuencia de portadora con la baja frecuencia procedente del micrófono. Supuesta una emisión en 14.000 kHz, si la del micrófono en un instante determinado es de 2 kHz, la señal resultante contendría 3 frecuencias: 14.000 − 2 = 13.998 kHz o banda lateral inferior, la de 14.000 + 2 = 14.002 kHz o banda lateral superior y la de

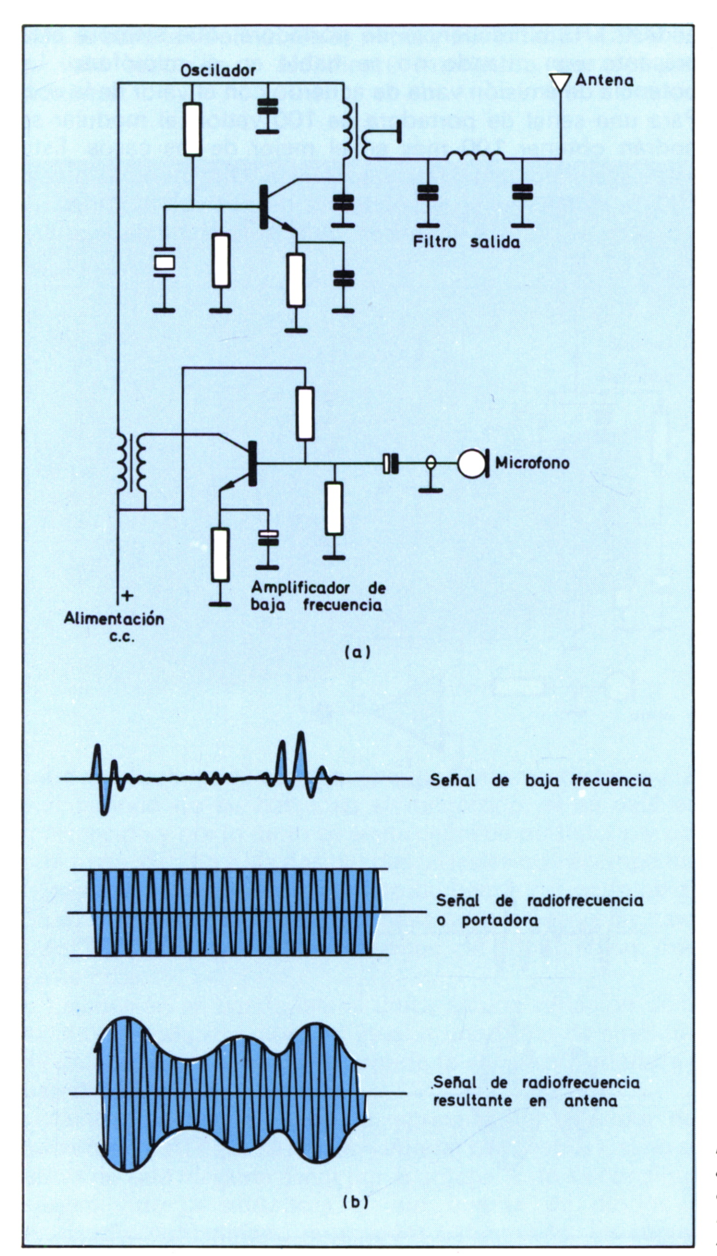


Figura 11. Estación de amplitud modulada: a) Esquema básico; b) Señal resultante de AM.

14.000 kHz o frecuencia de portadora, que siempre está presente aun cuando no se hable en el micrófono. La potencia de emisión varía de acuerdo con el valor de la voz. Para una señal de portadora de 100 vatios, al modular se podrán obtener 100 más en el mejor de los casos. Esto establece el porcentaje de modulación. Una modulación del 100 % es óptima, si se sobrepasa desaparece la portadora central y se obtiene distorsión. Si el porcentaje de modula-

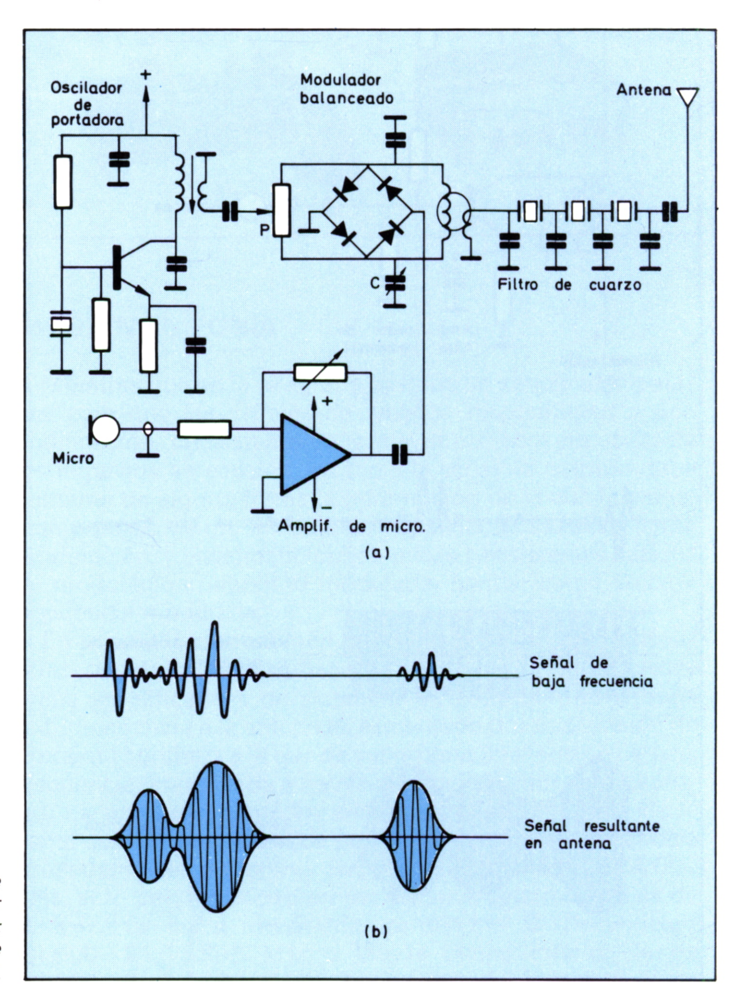


Figura 12. Estación de BLU: a) Esquema básico; b) Señal resultante de BLU.

ción es bajo, la información es pobre y por lo tanto el alcance se verá reducido y fácilmente interferido por señales próximas.



Completo transceptor de la firma ICOM, aislado, en primer plano, o acompañado de un amplificador lineal, sintonizador de antena y altavoz. (Cortesía: SQuelch Ibérica).

La amplitud modulada requiere un consumo de potencia, aun cuando no se hable en el micrófono, si se está en transmisión y por lo tanto se emita señal de portadora, y por otra parte, debido a las dos bandas laterales que acompañan la portadora, la amplitud o ancho de banda ocupado es de 6 kHz o más. Esto ha hecho que haya caído en desuso y haya sido sustituida por otros sistemas de modulación más ventajosos.

La emisión en banda lateral única es una variación de la amplitud modulada, pues es igual a una señal de amplitud modulada, a la que se ha suprimido la señal de portadora y una de las bandas laterales.

Aunque se esté en emisión, apretando el pulsador del micrófono o PTT (*push to talk* = apretar para hablar), si no se habla no sale ninguna señal por la antena. Esto se consigue suprimiendo la portadora en un puente de diodos o integrado, denominado modulador balanceado. La supre-

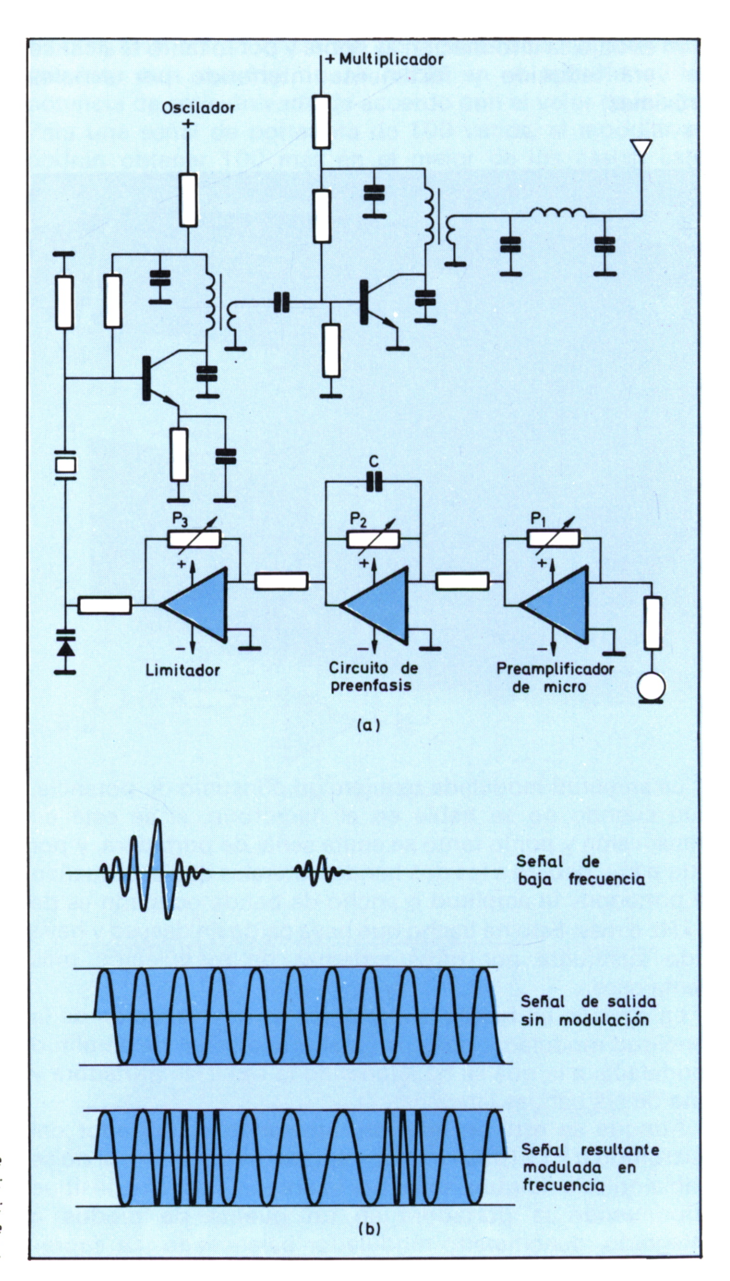


Figura 14. Estación de FM:
a) Esquema básico;
b) Señal resultante de FM.

sión completa se logra por el ajuste del potenciómetro P y trimer C, de forma que la radiofrecuencia proveniente del oscilador o generador de portadora se divide en el puente de diodos en dos señales iguales y simétricas, que al unirse en la bobina o toroide se anulan. El puente se desequilibra por la tensión de baja frecuencia proveniente del micrófono. Se obtiene así una señal de doble banda lateral con portadora suprimida. Un filtro estrecho de cuarzo del tipo Letice o celosía, o bien tipo escalera, anula una de las bandas laterales y deja solo una con un ancho de banda de solamente unos 2,4 kHz. Al suprimir la portadora se reduce consumo, el paso final trabaja más descansado, el consumo sólo se produce cuando se habla, al concentrar la potencia en una banda más estrecha se mejora el alcance.



Transceptor Kenwood TS-940 S, uno de los modelos más completos de la gama. Una ojeada a los indicativos de cada botón de mando da idea de las amplias posibilidades del mismo. (Cortesía: DSE).

Si comparamos una emisión de amplitud modulada y otra de banda lateral única o AM y BLU respectivamente, veremos que si disponemos de una salida en antena de 100 vatios para la emisora de AM, de ésta 50 vatios son para la señal de portadora, que no lleva información, y los otros 50 se reparten en 25 vatios para cada banda lateral, lo que duplica la información. Una señal de BLU de 100 vatios representaría 100 vatios de señal informativa. Por lo tanto, solamente en potencia el aumento aparente ya es de 4.

Desde el punto de vista del receptor los detectores de producto o batido, necesarios para recibir BLU, mejoran en algunos decibelios la sensibilidad respecto a la AM, además el uso de filtros de cuarzo en recepción para BLU y lo

estrecho de la banda ocupada reducen el ruido disperso, por lo que se mejora la relación señal/ruido que es muy importante en la recepción, en especial en la de señales débiles.

El último sistema de modulación utilizado es el de frecuencia modulada. La emisión, en esta modalidad, tiene una señal de salida de potencia constante, y sólo su frecuencia varía al ritmo de la voz. El modo de conseguirlo es casi siempre haciendo variar la frecuencia de un oscilador mediante la variación de una de sus capacidades asociadas, que está constituida por un diodo varactor o de capacidad variable, el cual recibe una tensión de baja frecuencia proveniente de un micrófono.



Yaesu presenta este modelo de transceptor que trabaja en UHF y VHF, preparado para su ubicación en automóviles o espacios reducidos. (Cortesía: Astec y Radio Watt).

La señal del micrófono debe ser procesada, en primer lugar es preamplificada, en segundo lugar existe un circuito de preénfasis que realza los sonidos graves, esto se hace

porque en los transmisores de frecuencia modulada o FM existen varios pasos multiplicadores, y una frecuencia grave, por ejemplo de 200 Hz, puede ser multiplicada 3 veces, quedando en 600 Hz, mientras que una de 2 kHz al quedar multiplicada igualmente por 3 pasaría a 6 kHz. Como la información en la FM depende de la variación de frecuencia, cuanto mayor sea esta variación más contenido de información existirá. Dicho de otra forma, las frecuencias muy bajas se perderían mientras que las altas tendrían un largo alcance, por ello se aplica este circuito de compensación. Finalmente, la señal es limitada al objeto de que en ningún momento la variación de frecuencia supere un determinado valor.

La variación total de frecuencia recibe el nombre de excursión, y la variación en más o en menos de la frecuencia central de emisión, que es la mitad del valor de excursión, recibe el nombre de desviación.

UTILIZACION DE LAS DIVERSAS MODALIDADES DE EMISION

La telegrafía o CW se utiliza profusamente en las bandas de radioaficionados de las llamadas bandas decamétricas, que comprenden de 1,6 a 30 MHz. Existen segmentos de banda reservados exclusivamente para la transmisión en telegrafía en cada principio de la banda, es decir, en estos segmentos no puede emitirse con otra modalidad, pero en CW puede emitirse en cualquier otro segmento de cualquier banda. La banda lateral única o BLU se utiliza en la modalidad de banda lateral inferior para las bandas de 1,6-3,5 y 7 MHz, mientras que para las demás se utiliza la banda lateral superior.

Las bandas recientemente aprobadas para los radioaficionados, que se conocen como las «nuevas bandas», son 10-18 y 24 MHz, aún no pueden utilizarse en España a excepción de los 10 MHz, que pueden trabajarse en CW en el segmento de 10,1075 a 10,1135 MHz. En VHF (*very high frecuency*=30 a 300 MHz) se utiliza profusamente la modalidad de FM para contactos locales y a través de repetidores, mientras que la CW permite contactos esporádicos a distancias importantes gracias a la ionización por meteoros (lluvias de estrellas), aunque también se utiliza la BLU en el rebote lunar y comunicaciones por satélite. Lo

mismo ocurre con la UHF o frecuencias de 300 a 3.000 MHz. La tabla 4 es un cuadro resumen de la asignación y uso de frecuencias.

Muchos radioaficionados no sólo disponen de su estación transceptora, sino que además se dedican a la escucha de las diferentes bandas. Para la escucha de la onda corta resultan

HF DECAMETRICAS

160 metros	1.830 a 1.850 kHz	Cualquier modalidad
80 metros	3.500 a 3.600 kHz	Solo CW
	3.600 a 3.800 kHz	CW y BLU
40 metros	7.000 a 7.040 kHz	Solo CW
	7.040 a 7.100 kHz	BLU y CW
30 metros	10.107,5 a 10.113,5 kHz	Solo CW y RTTY y ASCII
20 metros	14.000 a 14.100 kHz	Solo CW
	14.100 a 14.350 kHz	BLU y CW
15 metros	21.000 a 21.150 kHz	Solo CW
	21.150 a 21.450 kHz	CW y BLU
10 metros	28.000 a 28.200 kHz	Solo CW
	28.200 a 29.700 kHz	BLU y CW
	28.200 a 28.300 kHz	Compartido con balizas.

Por encima de 29.000 kHz se puede utilizar FM con desviación de ± 3 kHz.

Bandas 18 y 24 MHz aún no autorizadas en España. Se espera a finales de esta década.

VHF 144 MHz-2 metros

144.000 a 144.150	Solo CW
144.150	Balizas locales
144.150 a 144.500	CW y BLU
144.500 a 145.000	Todos los modos
145.000 a 145.250	Entradas repetidores 0 al 9 en FM
145.250 a 145.500	Todos los modos
145.500 a 145.575	Canales comunicación simplex
145.600 a 145.825	Salida repetidor 0 al 9 en FM
145.850 a 146.000	Comunicación espacial via satélite

UHF 432 MHz-70 cm

430-432	Todos los modos
432-433	Reservado a DX
433-433,575	Todos los modos local
433,400-433,575	8 canales de FM simplex.
433,600-440,000	Televisión aficionados
435,000-438,000	Comunicación espacial via satélite
439,025-439,500	19 salidas de repetidor

En HF, VHF y UHF existen segmentos y frecuencias reservadas para rebote lunar, llamada en televisión de barrido lento, llamada de Meteor-scatter en CW.

Tabla 4. Asignación de frecuencias de radioaficionado.

particularmente utiles los receptores de cobertura general, es decir, los que van de 0,1 a 30 MHz y disponen de conmutador para recibir las diferentes modalidades de AM-FM-BLU y CW. Si el dial es digital se tendrá mayor precisión de lectura.

Aun cuando la mayoría de estaciones de radiodifusión en onda corta transmiten en AM, algunas de ellas han empezado a efectuar transmisiones en BLU, con lo que su alcance se incrementa notablemente. En las proximidades de 29,6 MHz existen varios repetidores en FM, instalados en Estados Unidos, y ya hay varios radioaficionados que emiten en los 29 MHz en FM de banda angosta, es decir, con anchos de banda de unos 2,4 kHz.



Los transceptores modernos incorporan las técnicas de los microprocesadores. Este modelo de Kenwood puede transmitir y recibir dentro de un amplio margen de frecuencias. (Cortesía: DSE).

Existen también receptores de cobertura general para VHF y UHF, como por ejemplo el Bearcat de la figura 18, que abarca de 32 a 512 MHz con algunos saltos reservados a canales de televisión. Con ellos se puede escuchar a los radioaficionados locales, contactos entre móviles (radioaficionados en automóvil) y estaciones fijas, a través de repetidores, tráfico de ambulancias, mensajeros, taxis, radioteléfonos, servicios públicos, servicio marítimo costero de 155 a 165 MHz. Todo ello opera en la modalidad de FM. También puede sintonizarse la banda aérea con el tráfico de aeropuertos y partes meteorológicos en las frecuencias comprendidas entre 118 y 136 MHz. Curiosamente, esta

banda opera en la modalidad de amplitud modulada, lo que obliga a estos receptores a disponer de esta modalidad exclusivamente para este fin.



Figura 18. Receptor tipo explorador (scaner), modelo Bearcat-220, de 32 a 52 MHz, para VHF y UHF.

Por modalidades de emisión se podrían clasificar los transceptores de bandas decamétricas o HF, que incluyen telegrafía y banda lateral en la mayoría de modelos, los más completos disponen de FM y algunos también de AM, si bien esta modalidad está prácticamente en desuso. Ahora bien, si el radioaficionado es a la vez cebeísta, podría utilizar la AM en la banda de los 27 MHz, ya que algunos transceptores pueden emitir no sólo en las bandas de aficionados, sino también en otras o incluso en todas, es decir, son de emisión continua. En este grupo hay equipos que se alimentan a 12 voltios, otros trabajan a 220 voltios, de ellos algunos disponen del paso final a válvulas.

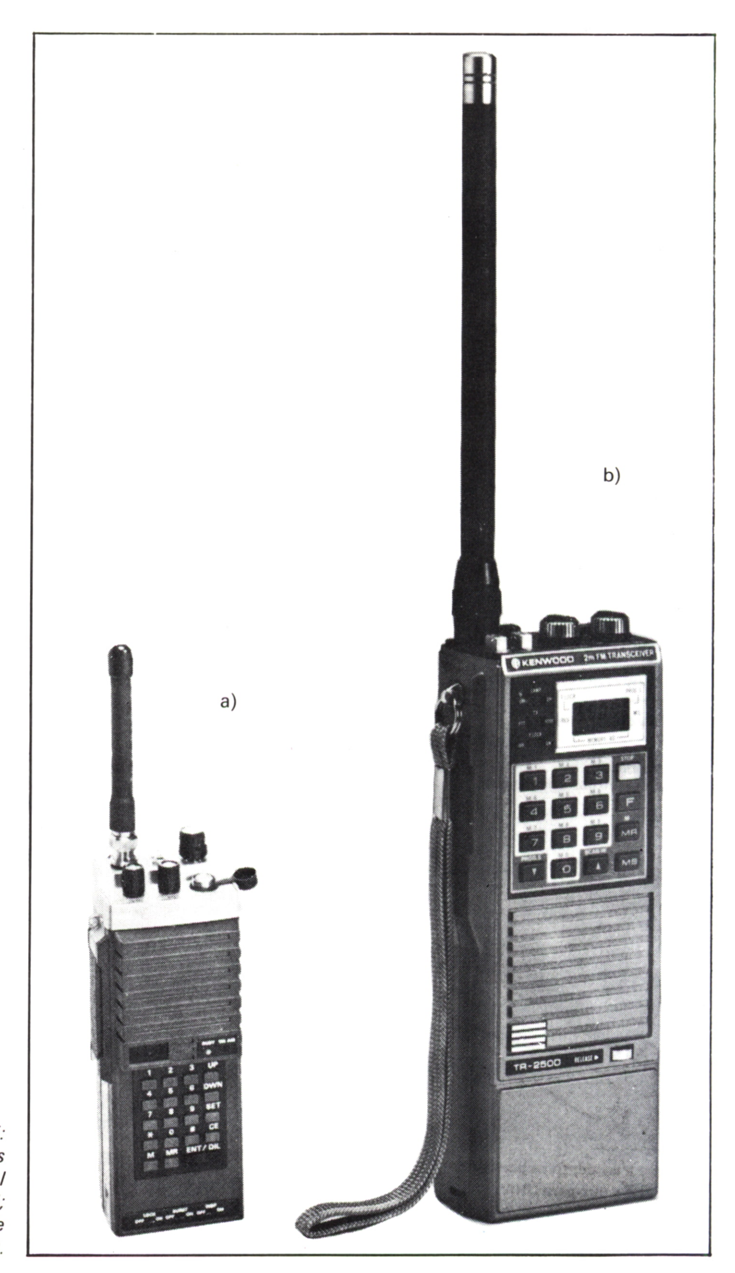
Algunos modelos de reducidas dimensiones y que trabajan a 12 voltios, resultando útiles para el automóvil son: ICOM 720, ICOM 730, KENWOOD TS130, YAESU FT-87.

La mayor cantidad de equipos de VHF se construyen sólo en FM, y su presentación y tamaño es para uso móvil, si bien con una fuente de alimentación se utilizan también para uso fijo. Un popular equipo aparece en figura 21, el modelo 2030 de la firma japonesa KDK (Kiokuto Densi Kompany). Los walkie-talkies se construyen en VHF y UHF exclusivamente en FM. Gracias al uso de repetidores instalados en montañas próximas el alcance de estos aparatos se multiplica espectacularmente.

En la actualidad, la mayoría de equipos tienen visualizador digital y disponen de memorias y exploración de frecuencias



Varios modelos de equipos utilizados por los radioaficionados, unos de tipo fijo, otros portátiles y, en primer plano, del tipo walkie-talkie. (Cortesía: ICOM-SQuelch Ibérica).



Walkie-talkies de VHF:
a) Uno de los primeros modelos digitales, el Yaesu 207;
b) Uno de los modelos de Kenwood, el TR 2500.

automáticas, entre otras muchas prestaciones; es el resultado de la incorporación de los microprocesadores. La enorme cobertura obtenida en frecuencia y su elevada estabilidad es debida al uso del sistema de sintetización de frecuencia de «lazo de enganche de fase», o PLL (Phase Lock Loop). El PLL basa la obtención de una frecuencia deseada a partir de una señal de radiofrecuencia proedente de un oscilador a cristal de cuarzo, cuya frecuencia es dividida por un divisor programable y la frecuencia obtenida comparada con la de



Figura 21. Transceptor de VHF modelo KDK-2030, con cobertura de 143 a 148 MHz en saltos de 5 en 5 kHz, memorias y exploración automática.

un oscilador variable controlado a tensión o VCO, obligando a este VCO a oscilar en la misma frecuencia que entrega el divisor programable. Esto se consigue mediante una tensión correctora que se origina en la comparación citada, y esta tensión se aplica a un diodo de capacidad variable, que es el que concontrola el VCO. Todo esto se hace por lo siguiente: el sintetizador con el divisor programable entregaría una señal muy estable, pero de forma cuadrada, rica en armónicos y poco útil, mientras que el VCO entrega una señal fundamental y perfectamente senoidal, y mediante la acción correctora toma la misma frecuencia y estabilidad que entrega el divisor programable. Un diagrama básico de PLL se muestra en la figura 22.

SISTEMAS ESPECIALES DE COMUNICACION

El radioteletipo, denominado abreviadamente RTTY,

establece la comunicación por medio de mensajes escritos sobre papel o pantalla de televisión. Para emitir se utiliza un teclado similar al de una máquina de escribir eléctrica; cada letra se codifica en una serie de 5 impulsos, según un código establecido denominado BAUDOT. Como las combinaciones de 5 impulsos dan un máximo de 32 caracteres, se utiliza el truco, mediante uno de estos caracteres, de seleccionar otro valor para este carácter, es decir, en el mismo código, hay dos significados para cada grupo de 5 impulsos, uno corresponde a una letra y otro a un número, paréntesis, punto, coma etc. A los primeros se les llama *letras* y a los segundos *figuras.*

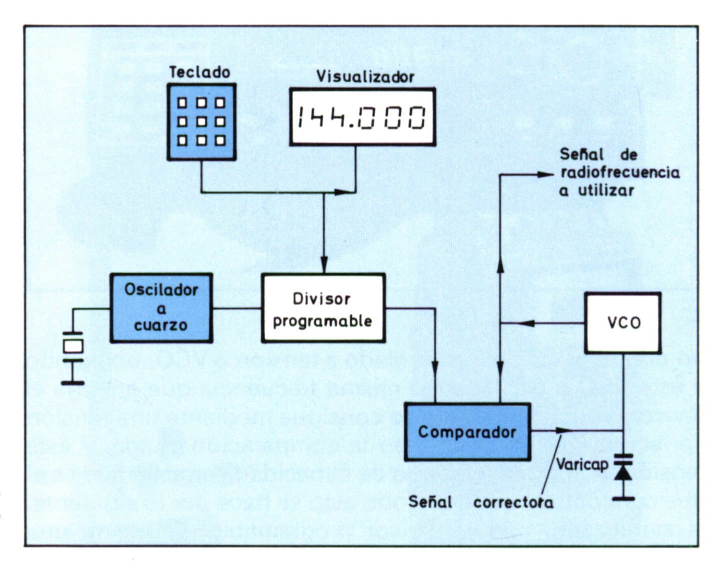


Figura 22. Diagrama básico de un sistema sintetizador de PLL.

Históricamente, los primeros radioteletipos fueron piezas electromecánicas. Los codificadores, denominados moduladores, así como los decodificadores o demoduladores basaban su funcionamiento en cintas de papel perforado. Según las perforaciones se establecían contactos eléctricos que excitaban los relés correspondientes al carácter a imprimir.

Las impresoras utilizaban lazos de alimentación de unos 100 voltios y un consumo de 60 miliamperios. El ruido de las

impresoras impedía muchas veces su funcionamiento durante la noche para no despertar a los vecinos.

Los teclados e impresoras requerían un delicado cuidado mecánico y así el radioaficionado siempre andaba engrasando las diversas partes, cambiando engranajes y ejes desgastados, etc.



Modulador-demodulador de RTTY con microprocesador, modelo Tono-9000.

Con la incorporación del microprocesador han desaparecido las partes mecánicas y se han reducido los equipos a tamaños prácticos.

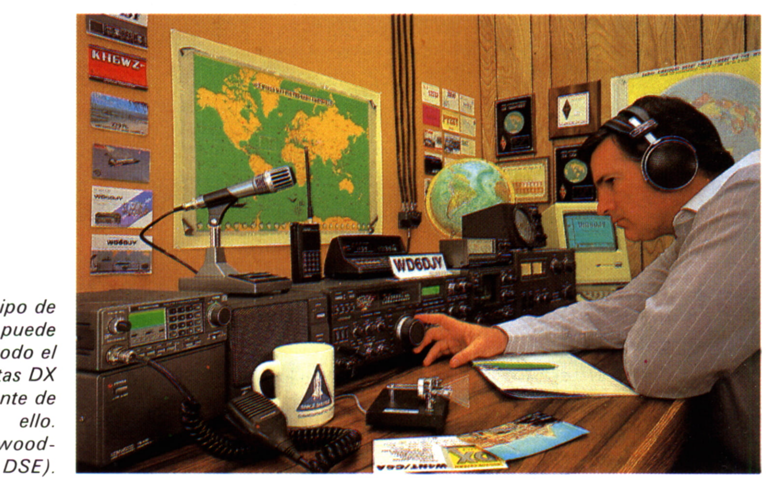
Para dar confiabilidad a la señal emitida de RTTY no sólo se emiten los impulsos en un tono, sino que los espacios entre impulsos se emiten modulados en otro tono de audio. Hay diversas normas, pero para los radioaficionados europeos lo más usual es emitir los impulsos denominados MARCA en tono de 1.275 Hz y los espacios a 1.445 Hz es decir, con una separación de 170 Hz.

Para la correcta recepción de las señales de RTTY se precisa una perfecta sintonía, al objeto de que el demodulador reciba exactamente las señales en el mismo tono de audio en que se emitieron. El receptor debe ser sumamente

80 m	Entre 3.580 y 3.600 kHz
40 m	Entre 7.085 y 7.095 kHz
20 m	Entre 14.085 y 14.100 kHz
15 m	Entre 21.090 y 21.100 kHz
10 m	Alrededor de 28.090 kHz
2 m	Alrededor de 144.600 kHz para FSK
2 m	Alrededor de 145.300 kHz para AFSK
70 cm	Alrededor de 432.600 kHz para FSK
70 cm	Alrededor de 433.300 kHz para AFSK

Tabla 5. Frecuencias utilizadas en RTTY.

estable. Las demoduladores de RTTY incorporan indicadores con LEDS para facilitar la sintonía. Si el operador tiene un fino oído musical puede incluso efectuar la sintonía a oído, hasta conseguir la recepción de los tonos correctos. Esto no es fácil. El mejor sistema es el de utilizar un osciloscopio con tomas de placas deflectoras vertical y horizontal, conectando las señales de MARCA y ESPACIO que entrega el demodulador. Cuando la sintonía es correcta aparece en la pantalla una cruz formada por 2 elipses.

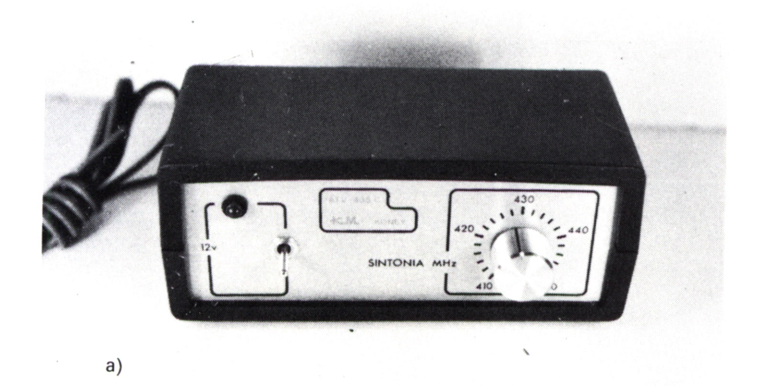


Con un buen equipo de radioaficionado se puede contactar con todo el mundo. Las tarjetas DX dan prueba fehaciente de ello. (Cortesía: Kenwood-DSE).

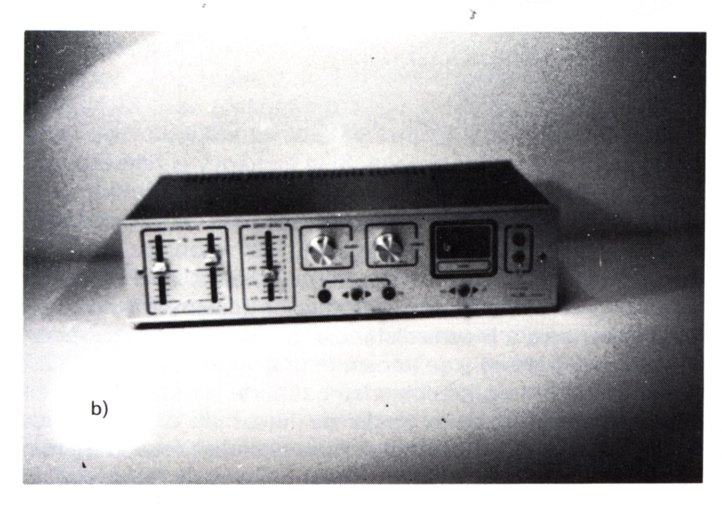
La mayor parte de los equipos electrónicos de RTTY pueden conmutarse para codificación y decodificación de señales de telegrafía, apareciendo la telegrafía automática que permite operar a grandes velocidades. Existe una larga polémica entre los veteranos radioaficionados que operan

manualmente y los que operan con equipo automático. Usualmente, cuando se dispone de máquina automática, se opera en RTTY y no en CW, por la sencilla razón de que la mayor velocidad alcanzable que proporciona el equipo se produce en RTTY.

Actualmente en los Estados Unidos aparecen las estaciones de RTTY operadas auomáticamente (Electronic Mail Box). Estas, en ausencia del operador graban mensajes cuando reciben el código del indicativo de su estación, y pueden transmitir mensajes almacenados al recibir el



a)



b)

Figura 25. Equipos de televisión amateur Koney: a) Conversor; b) Transceptor.

indicativo de los destinatarios. Esto es posible gracias a que los demoduladores de RTTY forman parte de un sistema de minicomputador en el cual se graban programas a realizar. Bastantes radioaficionados han conectado su minicomputador personal, mediante un pequeño adaptador, al transceptor, obteniendo una estación completa de RTTY.

La ATV (Amateur Radio Televisión) o televisión de radioaficionado, permite recibir y emitir imágenes de TV exactamente igual que las utilizadas en televisión comercial. Algunos receptores normales de televisión pueden recibir la ATV, debido a que en UHF su sintonía llega hasta 430 MHz (Televisores Philips, algunos modelos), en los demás televisores la recepción en UHF se efectúa de 470 a 820 MHz, que corresponde a los canales normalizados de UHF de televisión. La ATV opera en la banda de 70 cm de longitud de onda o 432 MHz. Es posible modificar los conversores de UHF internos de los televisores, añadiendo pequeñas capacidades a las inductancias resonantes de los mismos, al objeto de poder sintonizar los 432 MHz. Otra solución es adquirir un conversor externo de UHF con salida a VHF. Un modelo comercializado es el KONEY, que recibe de 410 a 450 MHz disponiendo una salida en canal 2 de VHF, figura 25*a*.

La señal de TV obedece a las normas CCIR, es decir, de 625 líneas y 25 cuadros por segundo. La imagen se transmite en AM y ocupa un ancho de unos 4 MHz, mientras que el sonido se transmite en FM a 5,5 MHz de la frecuencia central de portadora. Es recomendable suprimir la portadora y una de las bandas laterales ocupada por la señal de imagen. Un transceptor bastante completo es el KONEY de la figura 25*b*. Sólo se precisa una cámara de televisión, un receptor de TV y la antena. Si la cámara y el televisor son de color las imágenes se reciben en color. Debido a la utilización de UHF los alcances son de tipo local, limitándose generalmente a unas decenas de kilómetros.

La TVBL o Televisión de Barrido Lento (SSTV=*Slow Scanning Television*) es una forma de transmitir solamente imágenes, pero a mayor distancia. En la TVBL la imagen se reduce a 120 líneas y se transmite una sola imagen cada 7,2 segundos, por lo cual el ancho ocupado no supera los 2,4 kHz, pudiendo pasar a través de filtros de cuarzo de los utilizados en BLU. De esta forma es posible enviar imágenes tan lejos como sería posible enviar señales de BLU, que en

caso de utilizar bandas decamétricas pueden, según las condiciones de propagación, alcanzar a todo el mundo.

Los primeros equipos de TVBL obtenían la imagen a partir de una pantalla de osciloscopio sobre la que se pegaba la transparencia de una fotografía a transmitir. El ráster o haz de



El computador se ha incorporado también al amplio y moderno equipo que conforma la estación del radioaficionado. (Cortesía: Radio Watt).

electrones, que en su recorrido ilumina la pantalla, tardaba 7,2 segundos en recorrer toda la fotografía. Una célula fotoeléctrica captaba las variaciones de luz y suministraba junto con la señal de sincronismo la señal a emitir. El receptor se veía obligado a disponer de un tubo de osciloscopio con pantalla de fósforo 7, es decir, de alta persistencia, ya que de lo contrario sólo se hubiera visto un par de líneas. Aún así, la imagen ya se desvanecía por su parte alta cuando el raster estaba resiguiendo la parte baja de la fotografía.

La firma Robot, en Estados Unidos, fue una de las pioneras en poner a punto equipos de TVBL, que gracias a memorias y conversores internos permitían utilizar para captación una cámara de televisión normal y para recepción una pantalla de televisión o video también normal. Ya no era preciso la persistencia de la luz en la pantalla.

Las imágenes quedaban fijas gracias a las memorias electrónicas y lo único en común con los primeros equipos es que la imagen se transmite cada 7,2 segundos. En realidad, la TVBL puede equipararse a una transmisión de vistas fijas o diapositivas. En la figura 27*a* aparece el Robot

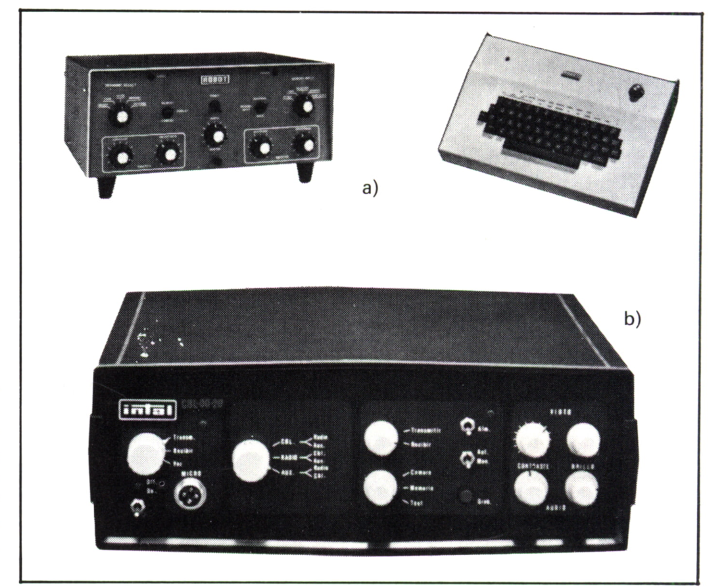


Figura 27. Convertidores de televisión de barrido lento:
a) El popular «Robot» americano, modelo 400 y ampliación para RTTY con terminal 800;
b) Un conversor de fabricación nacional.

400, que es un popular equipo de TVBL, y el teclado Robot 800, que permite trabajar CW y RTTY automática, además, uniendo las dos unidades es posible transmitir mensajes escritos a través del TVBL.

En la figura 27*b* el modelo CBL-00-02 es un conversor de TVBL de fabricación española, producido por la firma Intal de Almería.

La comunicación por satélite artificial es otra de las posibilidades del radioaficionado moderno, y marca ya la pauta de lo que será la radioafición en un futuro.

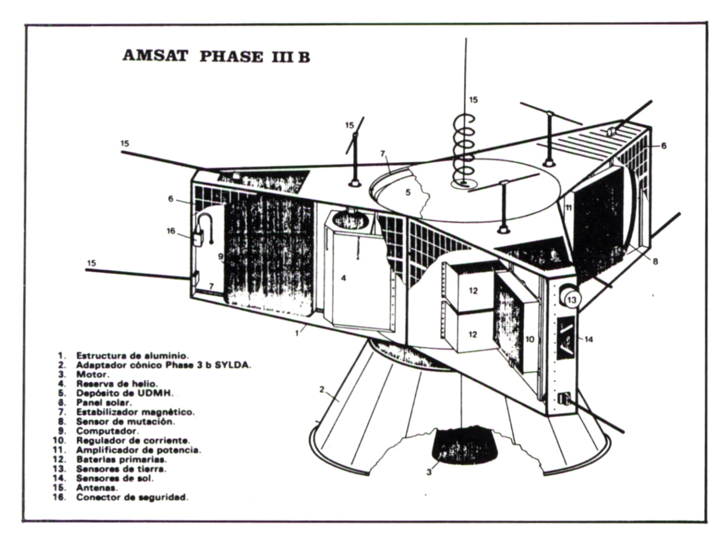


Figura 28. Dibujo del Satélite Oscar-10 (Proyecto AMSAT PHASE III B).

Los radioaficionados disponen ya de una serie de satélites para recibir mensajes así como efectuar comunicados y experiencias. Los satélites rusos son el R1 y el R2, mientras que los americanos han lanzado la serie de los Oscar. Uno de los últimos, lanzado en agosto 1983 con éxito, es el Oscar 10, que corresponde al proyecto Amsat. Un dibujo del satélite aparece en la figura 28. La órbita del mismo varía de unos 3.500 km a más de 35.000 km y tarda unas 11 horas en completar su órbita, por lo que el tiempo disponible de utilización es considerable. Este satélite no es un simple repetidor, sino que incorpora un *transponder* que admite entrada en UHF y salida en VHF en las bandas de radioaficionado, con modalidades de CW y SSB. No se admite ni AM ni FM, pues las portadoras consumen energía inutilmente y esta es escasa en el satélite que utiliza pilas solares y baterías. El transponder es un receptor conectado a un transmisor de banda ancha. Es posible la comunicación simultánea de cientos de radioaficionados, pero lo mejor es

que la efectividad es del 100 % y no existen dificultades de comunicación por disminución de propagación, circunstancia que sí afecta a las comunicaciones en bandas decamétricas a largas distancias.



Figura 29. Los microcomputadores han invadido el campo del radioaficionado y también los comercios dedicados a este público. (Cortesía: Expocom).

Dado que el movimiento del satélite debe ser seguido por las antenas, éstas deben estar motorizadas y conviene tener un montaje de dos servomotores, uno para el posicionamiento ecuatorial y otro para el zenital, aunque este a veces se deja con inclinación fija por motivos de simplificación y ahorro.

Una de las aplicaciones del computador personal en el campo del radioaficionado reside en el cálculo de los valores para orientación de las antenas. Algunos computadores sencillos, cuyos modelos se renuevan constantemente, tienen precios realmente muy asequibles. La figura 29 ilustra algunos computadores personales. La influencia de los computadores personales en el campo del radioaficionado es notable y algunos comercios dedicados al radioaficionado han incluido una sección de computadores.

CONOCIMIENTOS TECNICOS

La evolución de la radiafición y el desarrollo tecnológico

han hecho que los equipos de la estación del radioaficionado sean algo complejos. Muchos radioaficionados no sólo disfrutan efectuando comunicados, sino que se especializan en alguna faceta del campo de la radioafición. El llegar a entender, construir y diseñar una antena, es trabajo que puede ocupar toda una vida de experimentación.

Algunos radioaficionados se inclinan por la especialización en circuitería electrónica, introduciendo mejoras en equipos comerciales o diseñando y construyendo circuitería auxiliar cuando ésta no existe, como es el caso de conversores y transceptores de televisión de aficionado y preamplificadores de antena de bajo ruido.



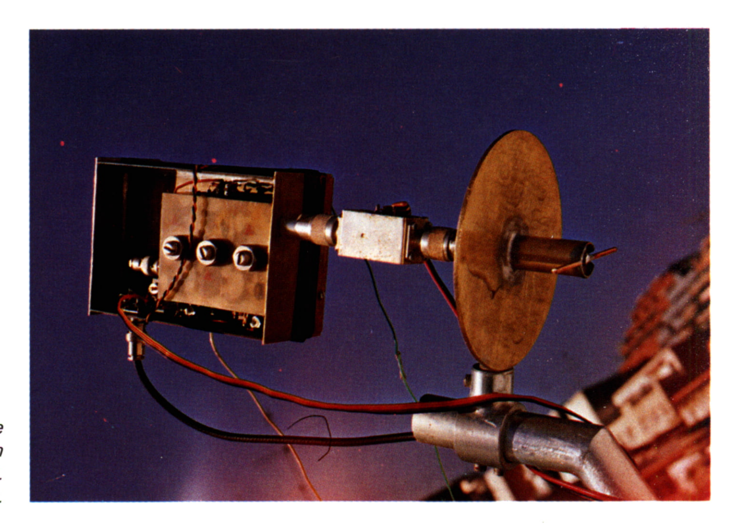
Recepción, conversión analógica/digital y monitor para recoger las imágenes transmitidas vía satélite. Equipo construido por EA3B/B.

Una gran dedicación reside en la construcción e instalación de antenas, también se construyen acopladores de antenas, preamplificadores de micrófono y circuitería compleja como equipo de seguimiento automático de satélites, transceptores completos multibanda y últimamente función automática de las estaciones mediante programación de computadores personales unidos por acopladores adecuados a la estación de radioaficionado.

Muchas de las experiencias realizadas por los radioaficionados se dan a conocer a través de revistas y boletines

especializados. Las publicaciones de revistas como QST, CQ, revista de la URE, etc., son realizadas por los mismos radioaficionados. También en los radioclubs y asociaciones se realizan cursillos e intercambio de información.

La consecución de esquemas, montajes, procedimientos de operación, se aprenden y estudian, resultando un importante bagaje técnico y cultural para el radioaficionado.



Conjunto conversor de 1,7 GHz para la recepción del METEOSAT 2. Realización de EA3B/B.

En muchos países los radioaficionados reciben un trato especial por parte de la administración del gobierno. Son muchos los radioaficionados cuyo entrenamiento les permite operar los equipos de comunicación militares, de protección civil y de asociaciones de ayuda humanitaria, sin necesidad de recibir un especial entrenamiento por parte de la administración.

En algunos países, los propios radioaficionados incluso colaboran con sus equipos en redes paramilitares, como el programa MARSH en Estados Unidos, o bien en redes de ayuda cívica, como en España en Protección Civil.

Muchos de los conocimientos adquiridos como radioaficionado pueden después ser útiles, decidiendo el estudio de una carrera técnica o una especialización en electrónica.

Esto guarda una relación directa y se establece una correspondencia perfecta entre el número de personas

dedicadas a la industria de electrónica y el número de radioaficionados en el mismo país. Se encuentra además que un buen porcentaje de ambos es común.

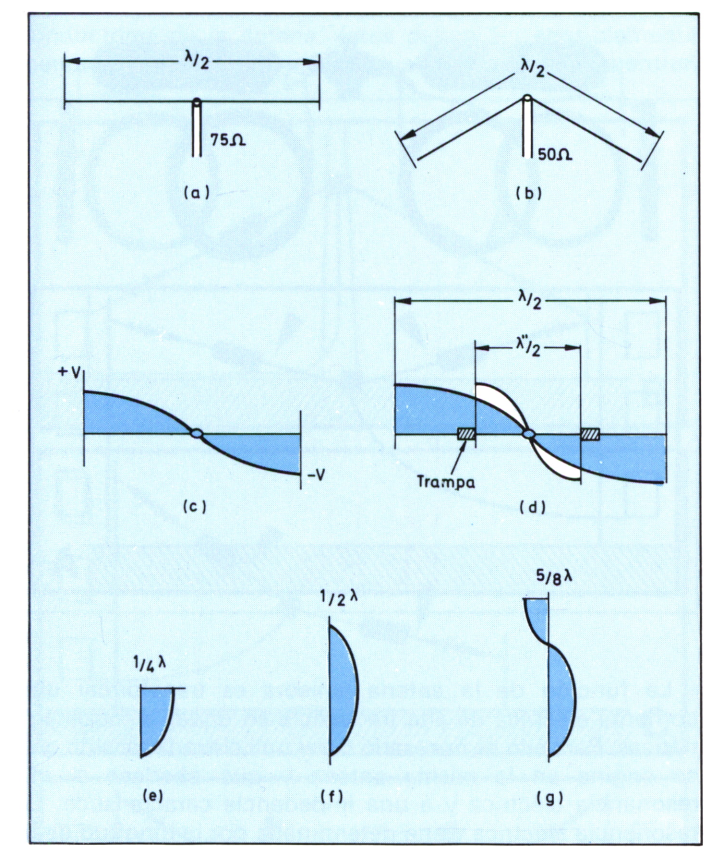


Figura 32. Varios tipos de antenas:
a) Dipolo de media onda;
b) Dipolo en V invertida;
c) Diagrama de tensión en un dipolo de media onda;
d) Diagrama de tensión en un dipolo multibanda;
e) Diagrama de tensión de una antena vertical de 1/4 de onda;
f) Diagrama de tensión de una antena vertical de media onda;
g) Diagrama de tensión de una antena vertical de 5/8 de onda.

ANTENAS UTILIZADAS POR EL RADIOAFICIONADO

La antena es un elemento muy importante, por no decir el más importante, de una estación de radioaficionado. Los americanos dicen que hay que gastarse 10 dólares en la antena por cada dólar empleado en el transceptor. En efecto,

Resulta inútil disponer de un emisor de gran calidad si la potencia se pierde o dispersa inadecuadamente en una antena incorrecta.

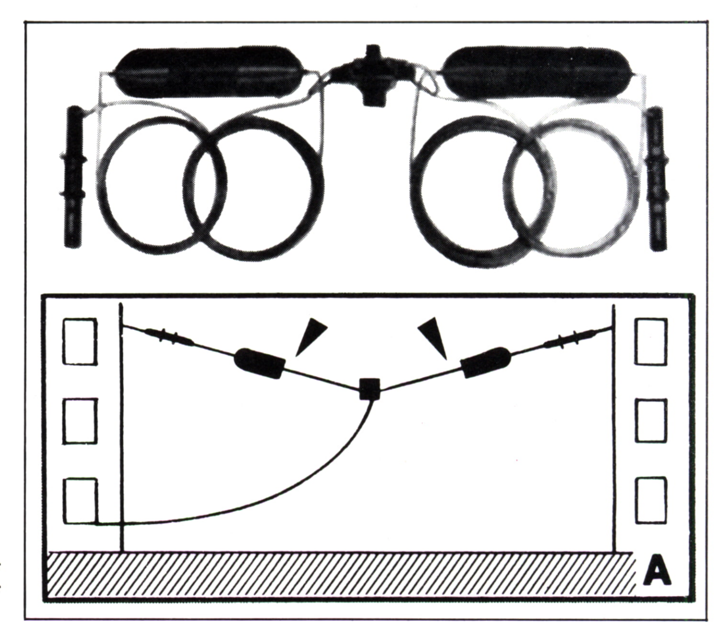


Figura 33. Antenas directivas para bandas decamétricas.

La función de la antena emisora es transformar una corriente eléctrica de alta frecuencia en ondas electromagnéticas. Para ello es necesario crear una elevada tensión que se origina en la misma antena y que obedece a una resonancia eléctrica y a una impedancia característica. La resonancia eléctrica viene determinada por la longitud de la antena, y se produce en submúltiplos y múltiplos de onda. Las más utilizadas son la media onda, el cuarto de onda y los 5/8 de onda. La impedancia viene determinada por la disposición de los elementos de la antena entre sí.

Un dipolo abierto (figura 32*a*) tiene una impedancia característica de 75 Ω cuando es de media onda. Si el dipolo se construye en ángulo de 90° o UVE invertida, la impedancia resultante es de 50 Ω *b*) En la antena de media onda la máxima tensión se obtiene en las puntas. *c*) Cuando

se desea un dipolo multibanda es necesario poner trampas para obtener resonancias diferentes. *d*) En antenas verticales, las más utilizadas son las de cuarto de onda, la media onda y los 5/8 de onda, que aparecen en la figura 32*e*, *f* y *g*.

Debido a la menor velocidad de la radiofrecuencia en los conductores de la antena, éstos deben ser sensiblemente menores en la realidad que los valores que se encuentran

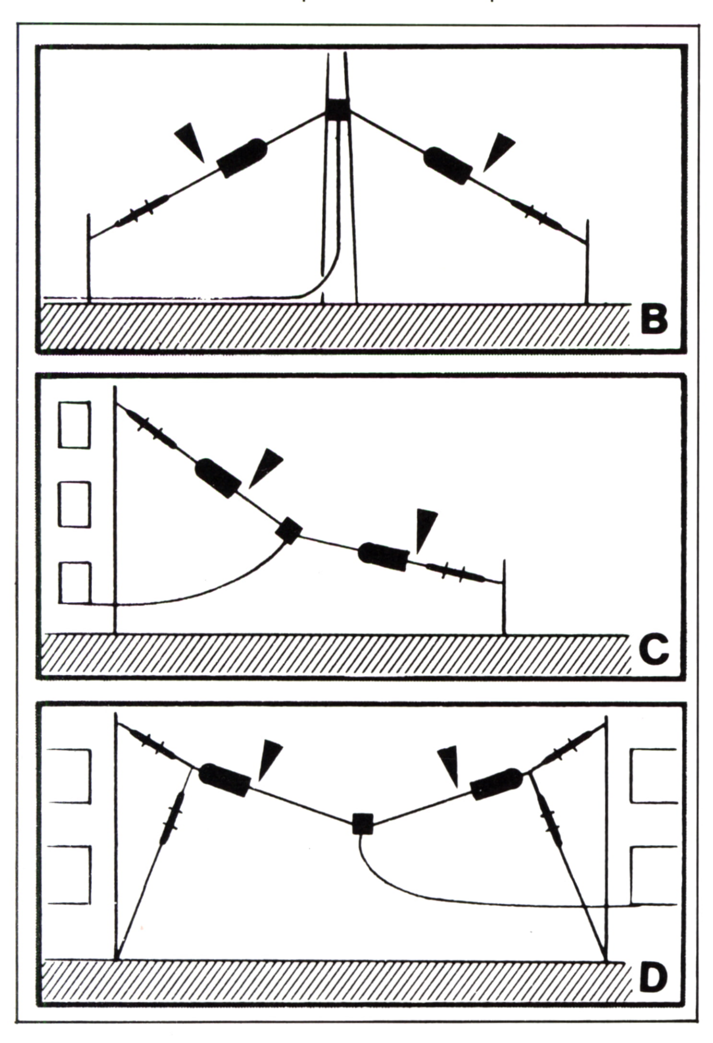
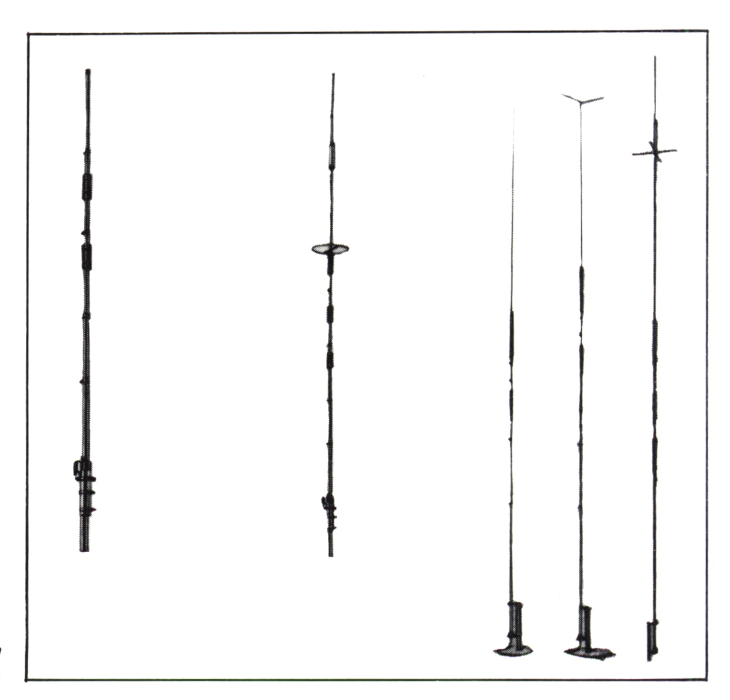


Figura 34. Otras disposiciones que pueden adoptar las antenas directivas para bandas decamétricas en los tejados.

según los valores de 1/4, 1/2 ó 5/8 de longitud de onda. Esto es debido al llamado factor de velocidad, que depende principalmente del material conductor, aluminio, cobre, etc.



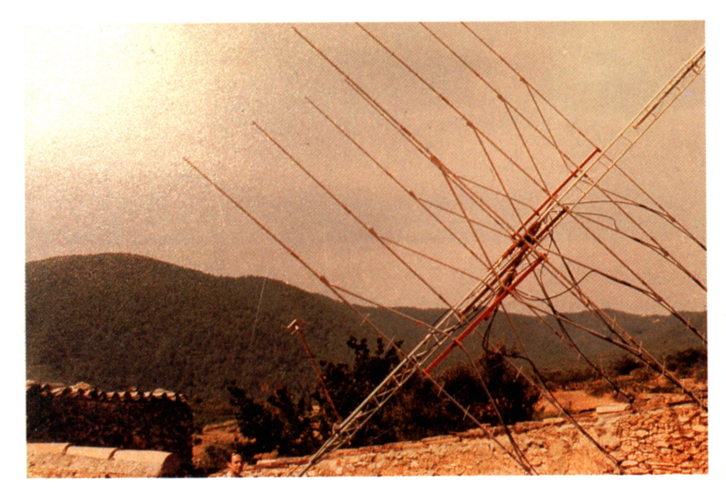
Antenas verticales para bandas decamétricas.

Cuando las longitudes o disposición de los elementos de antena no son adecuados para una frecuencia de trabajo adecuada, parte de la potencia emitida por el transceptor es reflejada al mismo. Esto se mide con el medidor de ondas estacionarias determinando la relación de ondas estacionarias o ROE. Esta relación, en el mejor de los casos, es de 1:1, cuando la relación aumenta a 1:2 las pérdidas aumentan y si se sobrepasa el 1:3 de ROE, es posible que el paso final del transceptor se destruya.

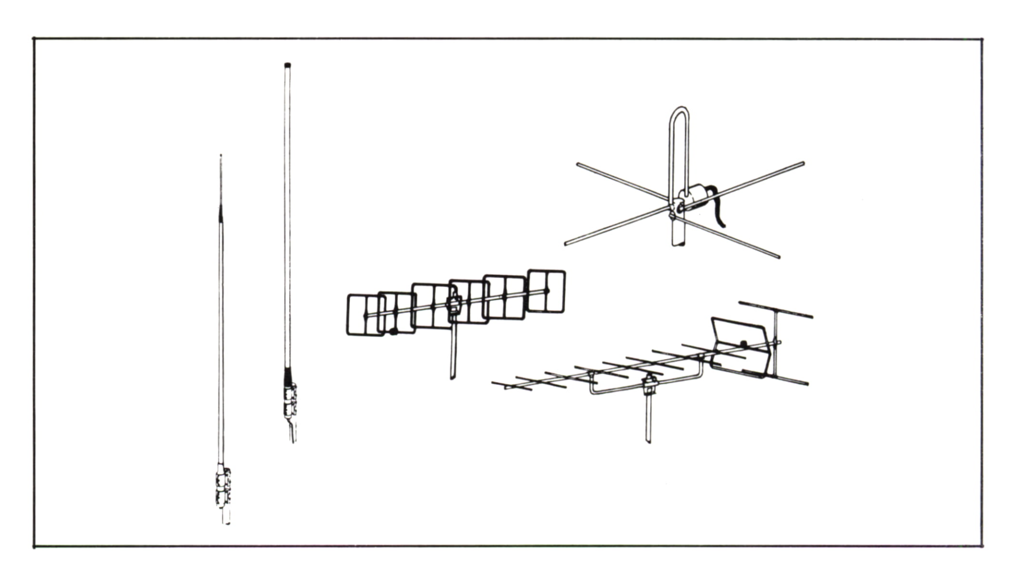
El cable de alimentación de la antena al transceptor más utilizado es el cable coaxial o blindado, con impedancia característica de 50 ó 52 Ω. Existen los normalizados como el RG58/U cuyo diámetro exterior es de 6 mm. Admite

Antenas directivas para bandas decamétricas.

potencias de unos cientos de vatios, pero sus pérdidas son apreciables cuando su longitud es elevada y en especial si se utiliza en VHF y más en UHF. Para altas potencias y frecuencias de VHF puede ser útil el cable RG8/U. Su

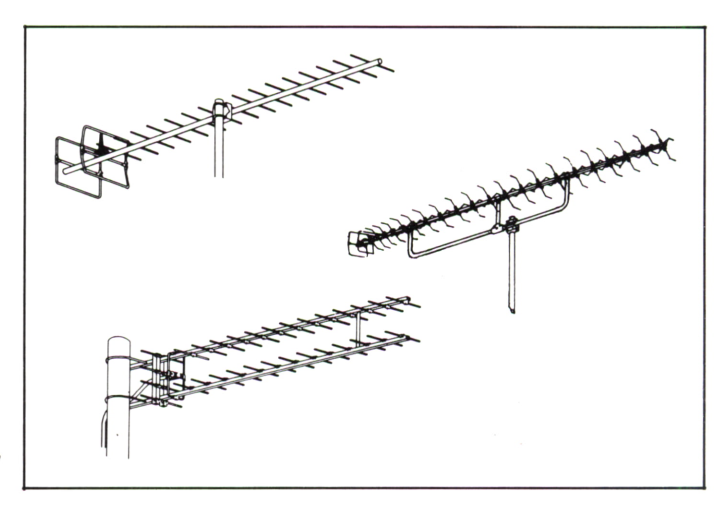


Las antenas de radioaficionado pueden llegar a ser muy complejas, sobre todo si con ellas se pretende trabajar con ondas largas y varias gamas de frecuencias. (Cortesía: Expocom).



Antenas verticales y directivas para VHF.

diámetro externo es de unos 10 mm, y puede soportar potencias de dos kilovatios. Algo más caro, pero con menos pérdidas, es el RG213. A partir de aquí existen cables muy especiales de muy bajas pérdidas, como el llamado cable bambú, que es hueco y permite ser utilizado con muy baja atenuación en UHF.



Antenas directivas para UHF.

PROPAGACION DE LAS ONDAS DE RADIO

Según la frecuencia de las ondas de radio su propagación es distinta. Cuando la frecuencia es baja, la propagación se efectúa a través de la misma tierra y se denominan ondas terrestres. Las bandas decamétricas o HF comprendidas entre 1,6 y 30 MHz, se propagan en el espacio y vuelven a la Tierra al ser reflejadas con capas ionizadas de la alta



En las ciudades y pueblos es frecuente encontrarse con mástiles que albergan grupos de antenas para las bandas de UHF, VHF y decamétricas.

atmósfera. La capa ionizada es la ozonosfera, y en ella existen iones debido a los rayos ultravioleta y a las partículas alfa y beta procedentes de la emisión en la cromosfera solar. Esta emisión tiene una gran relación con las manchas solares, éstas evolucionan en ciclos de 11 años, existiendo un máximo de actividad solar y también un mínimo, lo que se refleja en el grado de propagación de las ondas de HF.

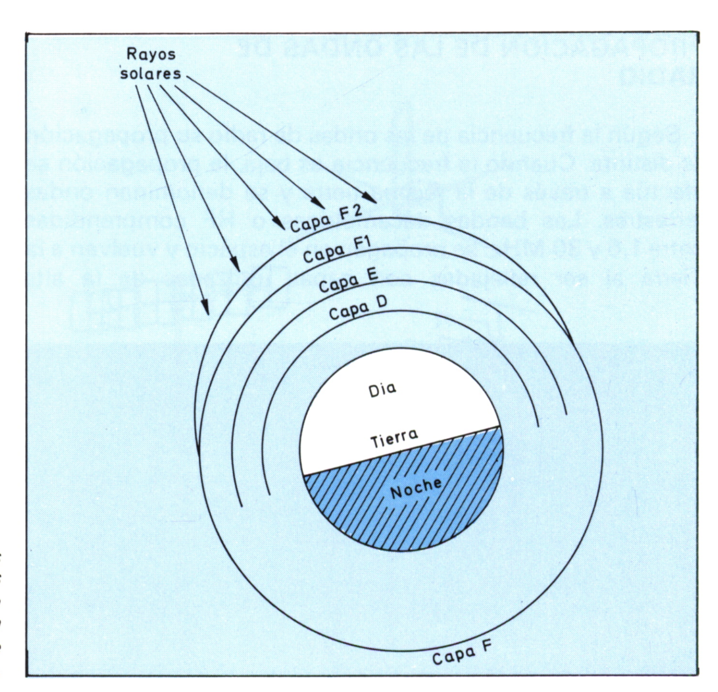


Figura 41. Capas reflectoras de las ondas hertcianas que rodean la Tierra, y su disposición según sea de día o de noche.

La capa ionizada se denomina F, pero durante el día se desdobla en una capa F2 y una capa F1, apareciendo una capa más baja E y aún otra más baja D (figura 41). La

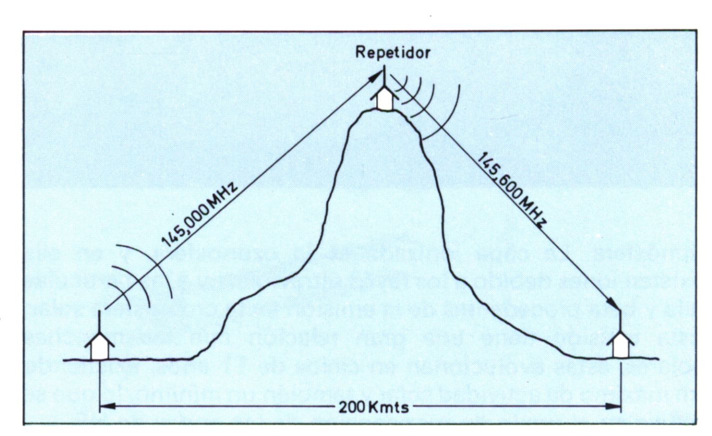
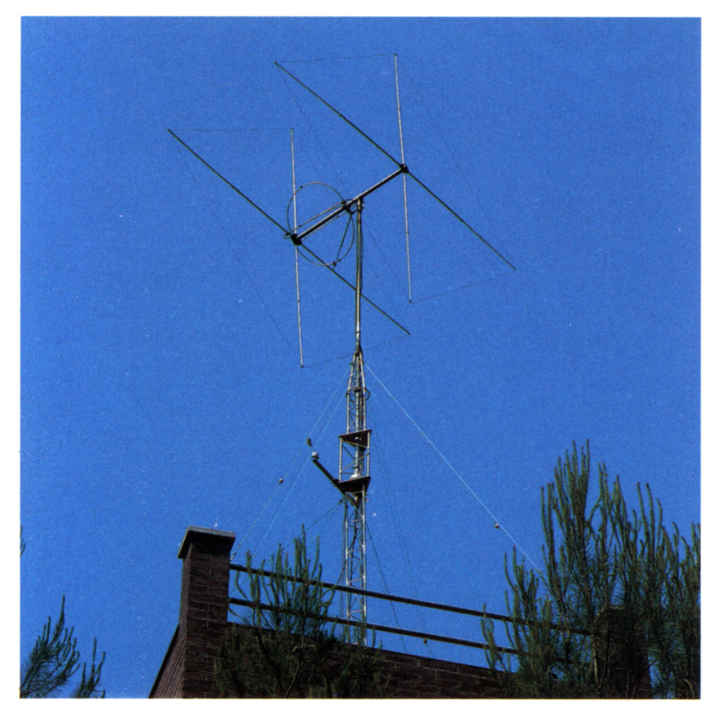


Figura 42. Dibujo esquemático del funcionamiento de un operador ubicado en un monte, y el mayor alcance que proporciona.

capa F es la que permite comunicados a mayor distancia. Durante el día la capa útil es la F1, pero la F2 actúa atenuando la acción de la F1.

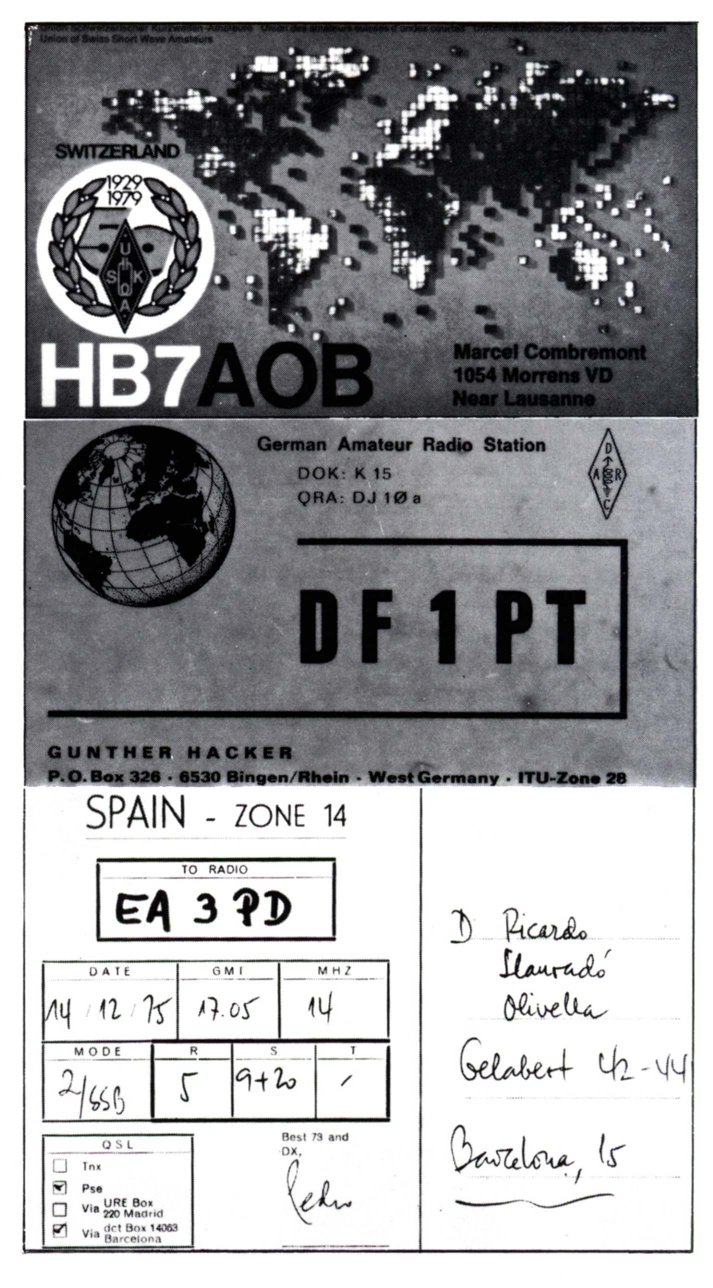
La capa E se forma aproximadamente a solo 100 kilómetros de altura y se desdobla a veces en una capa denominada *esporádica*, que permite contactos a cortas distancias, como 2.000 km.



En la parte superior del mástil de la antena de radioaficionado, se observa un rotor con el cual se pueden orientar las antenas hacia todas las posiciones, buscando las mejores posibilidades de recepción y transmisión de señal.

El alcance por reflexión en estas capas depende de la frecuencia utilizada y del estado de ionización de las mismas. Durante las épocas de mínima actividad la propagación es casi nula en las bandas de 10 y 15 metros durante el día y la noche, y en la de 20 metros en las noches.

Cuando la actividad aumenta es posible efectuar comunicados alejados en banda de 10 metros, incluso con muy baja potencia.



Tarjetas de confirmación QSL, y datos esenciales a rellenar.

CONCURSOS Y DIPLOMAS

Anualmente y por las mismas fechas, se organizan concursos que ponen a prueba la habilidad de los radioaficionados. El concurso mundial más famoso es el *Contest Mundial*, que se celebra en fonía y telegrafía separadamente. Existen unas bases establecidas que deben conocerse y que usualmente aparecen en los boletines y revistas de las diferentes asociaciones y clubs de radioaficionados. En el



Transceptor de 144 MHz de Kenwood, muy útil para utilizar tanto en espacios abiertos como en las ciudades. (Cortesía: DSE).

Contest Mundial la duración es un fin de semana, sábado y domingo, es decir 48 horas, sólo interrumpidas por unas pocas horas de descanso obligatorio. En el *Contest Mundial* es preciso hacer el mayor número de contactos posibles con

todo el mundo. No obstante, para cada país del mundo existen unos «multiplicadores» que son estaciones de países muy alejados o frecuencias difíciles de comunicar, los cuales multiplican por ejemplo por 2 el número de comunicados realizados. Interesa por lo tanto efectuar el mayor número de comunicados normales que otorgan un solo punto y también de multiplicadores, que multiplican los puntos. Si



Receptor profesional AOR de extraordinarias prestaciones, que cubre prácticamente toda la banda, desde 25 a 550 MHz y de 800 a 1300 MHz. (Cortesía: DSE).

uno hace muchos comunicados pero no multiplicadores, no quedará clasificado, si hace pocos comunicados y bastantes multiplicadores, el resultado tampoco será brillante. El radioaficionado debe desarrollar en estos concursos un notable esfuerzo físico y mental. Deberá tener alimentos y bebida próximos a la estación y no deberá ser interrumpido, ni su atención distraída por teléfonos, familiares o amigos, a menos que ello se justifique. Los concursos deben ser realizados con elevada deportividad. La brevedad es esen-

cial. En este concurso simplemente se intercambian los indicativos y la señal. Esto se hace en unos pocos segundos. Deben confeccionarse listas, pueden utilizarse listas en borrador llamadas LOG, que se rellenan en el mismo

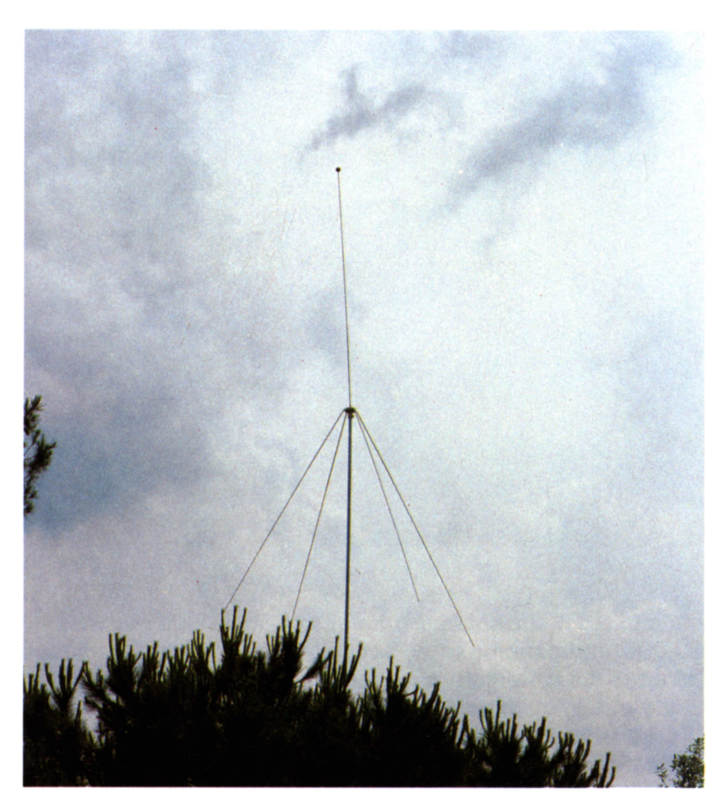


La estación de radioaficionado puede improvisarse en cualquier lugar de la vivienda en el que se pueda garantizar un mínimo de tranquilidad.

concurso. En el *Contest Mundial* se calcula que hay más de 50.000 radioaficionados activos, por ello a los pocos minutos del concurso es posible haber comunicado con las cinco partes del mundo.

Otro de los «juegos» que pueden probar la habilidad del radioaficionado son los diplomas o concursos permanentes. Así por ejemplo, la revista CQ tiene instaurado un diploma llamado DXCC que otorga a todo radioaficionado que haya contactado con 100 países. No hay límite de tiempo. Esto es bastante más tranquilo que el *Contest Mundial*, ya que se puede tardar varios años en realizarlo.

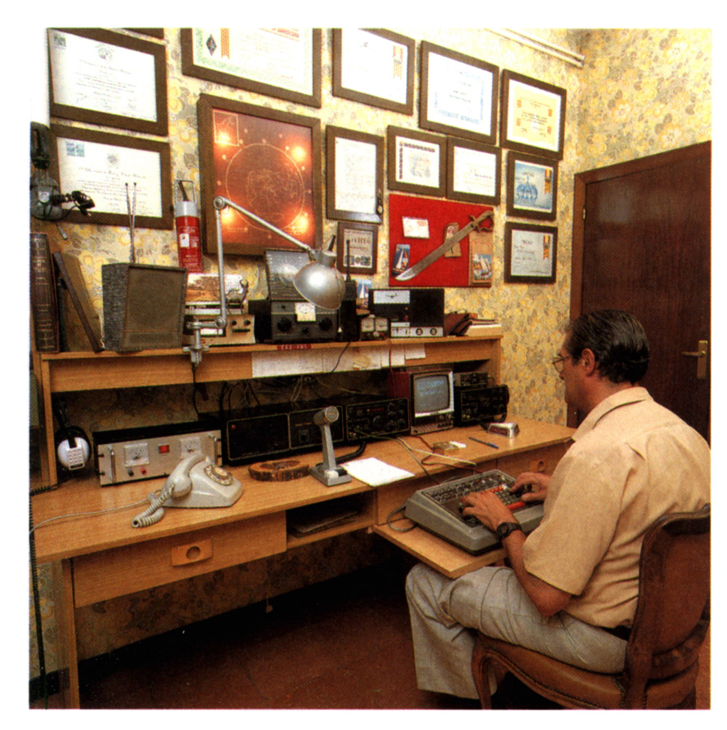
Para la radioafición existen más de 500 países, aunque esto, políticamente hablando, no sea así. Se considera país a una zona o isla geográficamente apartada de otra, aunque se trate del mismo país o tengan el mismo gobierno. Así, la España peninsular, Baleares, Canarias, y Ceuta y Melilla son países diferentes. Se llegó a considerar país a un pozo petrolífero del mar del Norte. El conseguir 100 países es muy fácil; 200 países cuesta un poco más, y llegar a los 300 puede costar muchos años. Superar los 400 puede ser labor de toda una vida.



Antena simple de radioaficionado.

La entidad PHILIPS organiza un concurso anual para quienes contacten con varios radioaficionados pertenecientes a su propia plantilla.

El diploma Carrara consiste en una tarjeta QSL en mármol, de la famosa cantera de Carrara (Italia), para aquellos que acrediten un determinado número de contactos con radioaficionados de aquella provincia.



Estación de radioaficionado en donde pueden verse una gran cantidad de diplomas, que muestra el esfuerzo por establecer conexiones con otras personas.

También existe un diploma Sherlock Holmes instituido por los radioaficionados del cuerpo de la policía británica.

POTENCIA DE EMISION

Se pensará que al aumentar la potencia, aumenta la facilidad de efectuar comunicados. Ello es cierto, pero el aumento no es directamente proporcional. Matemáticamente obedece a las siguientes razones: la recepción depende de la tensión o campo eléctrico existente en la antena. La

potencia que relaciona la tensión del campo eléctrico con la resistencia de radiación de la antena es $W = V^2/R$.

Si queremos que el campo eléctrico V sea el doble, la potencia requerida deberá ser $W' = (2\ V)^2/R$ o lo que es lo mismo $W' = 4\ V^2/R$. Lo cual representa que para aumentar el doble el campo eléctrico la potencia tiene que aumentar 4



Completa estación del radioaficionado EA3 YO. Aquí puede verse la variedad de equipos con los que se puede contar.

veces. Los receptores disponen de un indicador de intensidad de señal, denominado *S* meter. Viene graduado en decibelios, del 1 al 9, las unidades van de 6 en 6 dB, y a partir de 9, directamente en decibelios, en separaciones de 20, 40 y hasta 60 decibelios sobre 9. En Europa una señal de $S = 9$ equivale a $9 \times 6 = 54$ dB, o en unidad absoluta a una señal en antena de 50 microvoltios. Si recibimos una señal $S = 7$ y el corresponsal estuviera emitiendo con 100 vatios, en caso de que deseara aumentar esta señal a S = 9 debería aumentar la

tensión del campo eléctrico en $9-7=2$ unidades S y 2 unidades S $\times$ 6 dB $=$ 12 dB, lo que corresponde a unas 20 veces en tensión y unas 40 veces en potencia, es decir, debería pasar a 100 vatios $\times$ 40 $=$ 4.000 vatios o 4 kilovatios.

Siempre que es posible puede incrementarse el aumento de potencia, tanto en emisión como en recepción, por medio de una antena directiva. En HF es posible aumentar unos 8 dB respecto a un dipolo simple al utilizar una antena directiva de 3 elementos. En VHF y UHF la cosa aun es mejor, pues pueden construirse antenas de muchos elementos con 1 dB de ganancia aproximadamente por elemento. Hay antenas de 16 elementos en VHF y de 80 elementos en UHF.



Transceptor FT 770 RH de Yaesu. Trabaja con sintetizador de frecuencias en UHF, VHF y FM. (Cortesía: Astec, y Radio Watt).

Cuando no es posible utilizar una antena multielemento para aumentar la potencia, cabe la posibilidad de utilizar un amplificador lineal. Las estaciones que operan con alta potencia se denominan QRO. En VHF y UHF los lineales de potencia suelen ser transitorizados hasta 250 vatios.

Por todo lo expuesto resulta que es posible cuando las condiciones de propagación son favorables, efectuar comunicados con potencias muy bajas. Cuando la potencia disponible es de 10 vatios, las estaciones reciben el nombre de QRP.

Esto no es suficiente y algunos radioaficionados operan con potencias más reducidas. A las estaciones que operan con 1 vatio o menos se las denominan QRPp.



En las estaciones de radioaficionados se observan los mapas donde se reflejan las siglas correspondientes a las divisiones efectuadas en cada territorio. (Cortesía: Expocom).

Parece que lo más racional es utilizar sólo los lineales cuando la falta de propagación lo demanda o bien existe una emergencia o tráfico de socorro (QTC). Cuando las condiciones de propagación son buenas utilizar el lineal puede molestar a otros radioaficionados, ya que las intensas señales pueden producir un fenómeno de modulación cruzada o «barbas» que molestan a las estaciones próximas en distancia y próximas en frecuencia.

En QRPp se han establecido récords mundiales, logrando Nueva York-Melbourne con 32 milivatios. Se compara a veces al amante de las estaciones QRPp con un pescador de caña. Debe tener mucha paciencia y esperar la ocasión favorable.

EL FUTURO DE LA RADIOAFICION

Se calcula que para el año 2000 el número de radioaficionados en la Tierra sobrepasará los dos millones, es decir, en menos de 15 años se duplicará la cifra actual. En el aspecto técnico la radioafición evolucionó muy lentamente desde sus inicios hasta los años 60, en que empiezan a aparecer equipos transistorizados y el uso de la banda lateral. Una vertiginosa evolución sucede en la década de los 70, cuando se extiende el uso de la banda lateral, la televisión de aficionado y la televisión de barrido lento, y empieza a hablarse de comunicación por satélite, al tiempo que se hace uso de frecuencias de UHF cada vez más altas.



Conjunto de antenas receptoras, de construcción casera, para la recepción de señales por vía satélite.

La actual década de los 80 es vertiginosa. La aparición del microprocesador y de sistemas de integración producen equipos reducidos de altas prestaciones. Los diales son tods

digitales, los osciladores sintetizados con sistema PLL. La RTTY y la CW se decodifican con microprocesador. El uso de comunicación por satélite se está generalizando. La televisión de barrido lento utiliza memorias y puede utilizarse un televisor normal como pantalla.

Los computadores personales hacen su aparición en el campo del radioaficionado para calcular órbitas de satélites, coordenadas para dirección de antenas, o incluso establecer diálogo entre computadores a través de los transceptores de los radioaficionados con el lenguaje ASCII u otro accesible al tipo de computador utilizado.



Antena y conversor para la recepción de señales procedentes del METEOSAT 2, y satélites geoestacionarios para la TV vía satélite.

Precisamente la IARU ha recomendado la banda de los 30 metros para este uso, con el deseo de que el radioaficionado, que ha sido pionero de tanto avance en el campo de la comunicación, pueda también participar en el de las comunicaciones por computador.

Las «Electronic Mail Box» o correo automático son estaciones de radioaficionado que en EE.UU. operan de forma automática en ausencia del radioaficionado.

Sin duda alguna nos esperan asombrosas sorpresas en las modalidades y equipos que conforman este fascinante mundo de la radioafición.

